



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY  
DENMARK

## Biomasse til transportsektoren

Mathiesen, Brian Vad; Connolly, David; Lund, Henrik; Nielsen, Mads Pagh; Schaltz, Erik; Wenzel, Henrik; Bentsen, Niclas Scott; Felby, Claus; Kaspersen, Per; Hansen, Kenneth

*Published in:*

Robust og bæredygtig bioenergi

*Publication date:*  
2012

*Document Version*  
Tidlig version også kaldet pre-print

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*

Mathiesen, B. V., Connolly, D., Lund, H., Nielsen, M. P., Schaltz, E., Wenzel, H., Bentsen, N. S., Felby, C., Kaspersen, P., & Hansen, K. (2012). Biomasse til transportsektoren. I T. Skøtt (red.), *Robust og bæredygtig bioenergi* (s. 32-33). BioPress.

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at [vbn@aub.aau.dk](mailto:vbn@aub.aau.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# Biomasse til transportsektoren

Transportsektoren bliver en af de helt store udfordringer i et fremtidigt energisystem baseret på 100 procent vedvarende energi. Selv med de mest optimistiske antagelser om nye teknologier kan behovet næppe dækkes med biobrændstoffer baseret på danske resurser. Løsningen består i at begrænse stigningstakten i transportbehovet og få så meget el ind i transportsektoren som muligt.



*Af Brian Vad Mathiesen, David Connolly, Henrik Lund, Mads Pagh Nielsen, Erik Schaltz, Henrik Wenzel, Niclas S. Bentsen, Claus Felby, Per Kaspersen og Kenneth Hansen*

I de seneste fire årtier er det lykkedes Danmark at holde det samlede primære energiforbrug konstant på omkring 800 PJ. Det er sket på trods af en stor stigning i energiforbruget til transport og en lille stigning i elforbruget. I 1980 brugte vi mindre end 150 PJ til transport, men det er steget til over 200 PJ, selvom der er sket effektiviseringer inden for området.

Særligt to forhold gør det særdeles vanskeligt at omstille transportsektoren til 100 procent vedvarende energi: For det første er sektoren historisk set 95 procent afhængig af olie, og for det andet har der været en betydelig vækst i transportbehovet over de sidste årtier.

Det står klart for de fleste, at det ikke giver mening at erstatte mere end 200 PJ olie med biobrændstoffer, da det vil kræve mere biomasse, end der kan produceres i Danmark, medmindre man ligefrem vælger at

inddrage naturarealer og en del af fødevareproduktionen.

Foruden afhængigheden af olie og den store vækst er sektoren yderst kompleks. For at kunne lave scenarier for transportsektoren i fremtiden skal der en dybere forståelse til af transportformer, -vaner, -længder og -behov.

## Væksten i transportbehovet

I CEESA-projektet, der er støttet af Det Strategiske Forskningsråd, er transportsektoren blevet endevendt. Der er blevet udviklet et referenceforløb, og det eksisterende transportsystem er blevet kortlagt for ikke mindre end 26 forskellige transporttyper inden for person- og gods-transport.

I referencescenariet har vi valgt at medregne al transport, der har tilknytning til Danmark. Det betyder, at hvis alle andre lande benytter den samme afgrænsning, bliver hele verdens transportbehov medregnet.

For at kunne lave en sådan kortlægning er transportbehovene blevet inddelt i national, transit og international transport. Det vil sige, at 100 procent af national transport er medregnet samt 100 procent af dansk

transittransport i udlandet. For den internationale transport er det antaget, at 50 procent er relateret til Danmark.

Al transport er således med i de scenarier, der er lavet, men det betyder samtidig, at arbejdet ikke er helt sammenligneligt med andre studier, hvor man ikke medregner den internationale luft- og skibstransport. For eksempel er transportenergiforbruget i CEESA's referencescenarie for 2050 omkring 75 PJ højere end i Klimakommissionens rapport.

Hvis vi antager den vækst i transporten, som de officielle myndigheder normalt bruger, vil transportbehovet være dobbelt så stort i 2050 som i dag. Med en høj vækst i transportbehovet viser scenarierne i CEESA, at selv med de mest optimistiske antagelser vedrørende nye teknologier, kan så stort et behov næppe dækkes med biobrændstoffer baseret på danske resurser.

## El har første prioritet

Hvis vi erstattede dagens forbrug af benzin, diesel, fly- og skibsbrændstof med biobrændstoffer, ville det kræve et større areal end Danmarks land-

brugsareal med de afgrøder og den produktion, vi har lige nu. Hvis man ville dække behovet, er det teknisk set muligt, men det vil kræve meget væsentlige omlægninger fra fødevarerproduktion til energiafgrøder.

For mindre mængder biobrændstoffer baseret på restprodukter kan der imidlertid være et arealforbrug på nul. Det er dog kun tilfældet, hvis restprodukterne ikke kan anvendes til andre formål.

I en teknisk sammenligning bruger vindmøller et langt mindre areal end biobrændstoffer, selv når vi sammenligner med 2. generationsteknologier. Hvis vi vælger at prioritere hensyn til natur og fødevarerproduktion eller forsyningssikkerhed anderledes, kan billedet ændre sig, men arealforbruget vil være større end med vindmøller, og kan ikke være nul, hvis hele transportsektorens energibehov skal dækkes.

Det er ikke ensbetydende med, at der ikke skal bruges biobrændstoffer, men det betyder, at der skal anvendes mest mulig el i transportsektoren, da elproduktion fra for eksempel vindmøller kræver langt mindre areal end biomasse.

Scenarierne er udviklet med fokus på det primære energiforbrug, arealforbruget og de samlede omkostninger. Arbejdet indeholder også beregninger af, hvad det vil koste at ændre

på infrastrukturen, for eksempel ved at flytte en del af transporten fra biler til jernbaner.

### Fordobling problematisk

Resultaterne af CEESA-projektet viser tydeligt, at en fordobling af transportbehovet er problematisk, men de viser også, at der er store muligheder for at øge anvendelsen af el i transportsektoren.

For den øvrige transport skal der bruges biobrændstoffer og/eller syntetiske brændstoffer. I den forbindelse peges der i projektet på muligheden for at kombinere brint med kulstof fra biomasse eller atmosfæren, også kaldet hydrogenering. Det giver mulighed for at booste biomassen, så det samlede behov for biomasse bliver mindre, samtidig med at der kan laves flydende eller gasformige brændsler, der er nemmere og billigere at håndtere end brint.

I det lys er der en klar udfordring: Prisen på biomasse og teknologi spiller ind på de samlede omkostninger. Samlet set er der lavet et transportsценarie, hvor godstransporten vokser som i "business-as-usual", men hvor persontransporten "kun" vokser knap 50 procent i forhold til i dag i stedet for knap 100 procent. Vi kan altså køre lige så meget eller mere i bil i fremtiden sammenlignet med i dag, og sam-

tidig komme over på vedvarende energi.

Noget af væksten i vej- og flytransport overføres til jernbaner i scenariet. Derpå øges andelen af hybridbiler og rene elbiler til at udgøre 85 procent af personbilflåden. Resten skal dækkes af flydende brændsler.

### Løsninger

Som nævnt er det nødvendigt at finde løsninger, hvor man kombinerer brint med biomasse eller andre kilder med kulstof, herunder kraftværkernes røggas. I CEESA-projektet er der regnet på fire forskellige teknologier, hvor man kombinerer brint og kulstof, og her viser resultaterne, at:

- Det primære brændselsforbrug kan sænkes til under 150 PJ (se figur 1).
- Det er teknisk muligt at dække transportbehov og behov for biomasse i andre dele af energisystemet med biomasse svarende til det danske potentiale.
- De samlede omkostninger er mindre end en situation med en høj vækst i persontransportbehovet.
- Omkostninger ved hydrogenering ikke er væsentligt forskellige i forhold til omkostninger fra scenarier baseret på biobrændsler, som vi kender dem i dag.
- Investeringer i infrastruktur opvejer de besparelser, der er på brændsler og på sparede investeringer i vejnettet.

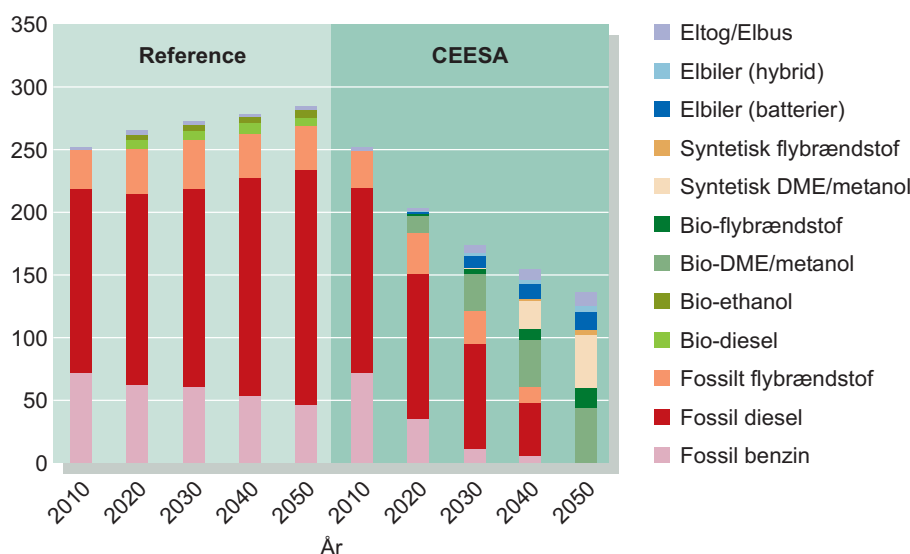
Løsningerne findes altså, men det kræver, at man satser på at begrænse stigningstakten inden for transporten og får så meget el som muligt ind i transportsektoren. Biomassen er en begrænset resurse, som der bliver rigeligt brug for.

*Brian Vad Mathiesen, Henrik Lund, David Connolly, Mads Pagh Nielsen, Erik Scholtz og Kenneth Hansen er alle ansat ved Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet, Aalborg Universitet.*

*Niclas S. Bentsen og Claus Felby er ansat ved Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet.*

*Henrik Wenzel er ansat ved Det Tekniske Fakultet, Syddansk Universitet.*

**Figur 1** Energiforbrug i referenceforløbet og CEESA-forløbet



Det primære energiforbrug i referenceforløbet med en høj vækst i transportbehovet og det anbefalede scenarie i CEESA-projektet med en moderat vækst i transportbehovet.